

特許協力条約

PCT

REC'D 30 JAN 2006

WIPO

PCT

特許性に関する国際予備報告（特許協力条約第二章）

（法第 12 条、法施行規則第 56 条）

〔PCT36 条及び PCT 規則 70〕

出願人又は代理人 の書類記号 Rits-0001PCT	今後の手続きについては、様式 PCT/IPEA/416 を参照すること。	
国際出願番号 PCT/J P 2005/003158	国際出願日 (日. 月. 年) 25. 02. 2005	優先日 (日. 月. 年) 25. 02. 2004
国際特許分類 (IPC) Int.Cl. G05D1/00 (2006. 01), B25J5/00 (2006. 01), B25J13/00 (2006. 01), B63H25/00 (2006. 01)		
出願人 (氏名又は名称) 学校法人立命館		

<p>1. この報告書は、PCT35 条に基づきこの国際予備審査機関で作成された国際予備審査報告である。 法施行規則第 57 条 (PCT36 条) の規定に従い送付する。</p> <p>2. この国際予備審査報告は、この表紙を含めて全部で 3 ページからなる。</p> <p>3. この報告には次の附属物件も添付されている。</p> <p>a. <input checked="" type="checkbox"/> 附属書類は全部で 13 ページである。</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 補正されて、この報告の基礎とされた及び／又はこの国際予備審査機関が認めた訂正を含む明細書、請求の範囲及び／又は図面の用紙 (PCT 規則 70.16 及び実施細則第 607 号参照)</p> <p><input type="checkbox"/> 第 I 欄 4. 及び補充欄に示したように、出願時における国際出願の開示の範囲を超えた補正を含むものとこの国際予備審査機関が認定した差替え用紙</p> <p>b. <input type="checkbox"/> 電子媒体は全部で (電子媒体の種類、数を示す)。 配列表に関する補充欄に示すように、電子形式による配列表又は配列表に関連するテーブルを含む。 (実施細則第 802 号参照)</p>
<p>4. この国際予備審査報告は、次の内容を含む。</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 第 I 欄 国際予備審査報告の基礎</p> <p><input type="checkbox"/> 第 II 欄 優先権</p> <p><input type="checkbox"/> 第 III 欄 新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての国際予備審査報告の不作成</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 第 IV 欄 発明の単一性の欠如</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 第 V 欄 PCT35 条(2)に規定する新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての見解、それを裏付けるための文献及び説明</p> <p><input type="checkbox"/> 第 VI 欄 ある種の引用文献</p> <p><input type="checkbox"/> 第 VII 欄 国際出願の不備</p> <p><input type="checkbox"/> 第 VIII 欄 国際出願に対する意見</p>

国際予備審査の請求書を受理した日 20. 09. 2005	国際予備審査報告を作成した日 11. 01. 2006	
名称及びあて先 日本国特許庁 (IPEA/J P) 郵便番号 100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号	特許庁審査官 (権限のある職員) 森林 克郎	3 H 8 6 1 3
電話番号 03-3581-1101 内線 3316		

様式 PCT/IPEA/409 (表紙) (2005 年 4 月)

第 I 欄 報告の基礎

1. 言語に関し、この予備審査報告は以下のものを基礎とした。

- ☒ 出願時の言語による国際出願
☐ 出願時の言語から次の目的のための言語である _____ 語に翻訳された、この国際出願の翻訳文
☐ 国際調査 (PCT規則12.3(a)及び23.1(b))
☐ 国際公開 (PCT規則12.4(a))
☐ 国際予備審査 (PCT規則55.2(a)又は55.3(a))

2. この報告は下記の出願書類を基礎とした。(法第6条 (PCT14条)の規定に基づく命令に応答するために提出された差替え用紙は、この報告において「出願時」とし、この報告に添付していない。)

- ☐ 出願時の国際出願書類
☒ 明細書
 第 1-5, 11-15, 18-28, 30-34, 36 _____ ページ、出願時に提出されたもの
 第 6-10, 16, 17, 29, 35 _____ ページ*、30.09.2005 _____ 付けで国際予備審査機関が受理したもの
 第 _____ ページ*、_____ 付けで国際予備審査機関が受理したもの
☒ 請求の範囲
 第 _____ 項、出願時に提出されたもの
 第 _____ 項*、PCT19条の規定に基づき補正されたもの
 第 1-8 _____ 項*、30.09.2005 _____ 付けで国際予備審査機関が受理したもの
 第 _____ 項*、_____ 付けで国際予備審査機関が受理したもの
☒ 図面
 第 1-14 _____ ページ/図、出願時に提出されたもの
 第 _____ ページ/図*、_____ 付けで国際予備審査機関が受理したもの
 第 _____ ページ/図*、_____ 付けで国際予備審査機関が受理したもの
☐ 配列表又は関連するテーブル
 配列表に関する補充欄を参照すること。

3. ☐ 補正により、下記の書類が削除された。

- ☐ 明細書 第 _____ ページ
☐ 請求の範囲 第 _____ 項
☐ 図面 第 _____ ページ/図
☐ 配列表 (具体的に記載すること) _____
☐ 配列表に関連するテーブル (具体的に記載すること) _____

4. ☐ この報告は、補充欄に示したように、この報告に添付されかつ以下に示した補正が出願時における開示の範囲を超えてされたものと認められるので、その補正がされなかったものとして作成した。(PCT規則70.2(c))

- ☐ 明細書 第 _____ ページ
☐ 請求の範囲 第 _____ 項
☐ 図面 第 _____ ページ/図
☐ 配列表 (具体的に記載すること) _____
☐ 配列表に関連するテーブル (具体的に記載すること) _____

* 4. に該当する場合、その用紙に "superseded" と記入されることがある。

第Ⅴ欄 新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての法第12条（PCT35条(2)）に定める見解、それを裏付ける文献及び説明

1. 見解

新規性 (N)	請求の範囲 1－8	有
	請求の範囲	無
進歩性 (IS)	請求の範囲 1－8	有
	請求の範囲	無
産業上の利用可能性 (IA)	請求の範囲 1－8	有
	請求の範囲	無

2. 文献及び説明 (PCT規則 70.7)

請求項1－8に係る発明は、それぞれ、請求項1－8の記載で特定された事項、特に、推力伝達ゲートで全方向の力又はトルクを検出する構造を有することにより、自動的に外乱の影響を補償して、予め計画された所望の動作を実現することが可能となるという顕著な効果を有するものである。この点について、国際調査報告に引用されたいずれの文献にも記載されておらず、また、当業者にとって自明のものということもできない。

本体部と、浮遊移動体に対して推力を発生する効果器部に分離した上、この本体部と効果器部を力学的に結合する唯一の部分（推力伝達ゲート）に力・トルクセンサを設置しておけば、この力・トルクセンサによってセンシングされる値が効果器部から本体部に与えられている推力である故に本体部と効果器部の間に掛かる力とトルクを全て計測出来、この値をフィードバックすれば、浮遊移動体に与える推力を直接制御出来、それによって、波浪や潮流等の流体力学的な外乱下にあっても、浮遊移動体を所定位置に精度良く静止させたり、或いは目標軌道に精度良く追従させたりすることが可能であることを見出し、本発明を完成した。

[0022] 上記課題を解決可能な本発明の浮遊移動体の制御システムは、（１）浮遊移動体の制御システムであって、前記浮遊移動体は、前記浮遊移動体の一部を占める、単一剛体とみなし得る本体部と、前記浮遊移動体に対して推力を発生する効果器部と、前記本体部と前記効果器部を力学的に結合する部分であり、前記効果器部から前記本体部に作用する推力を実測できるよう構成された推力伝達ゲートと、からなっており、さらに、前記本体部は、前記浮遊移動体の加速度を計測できる加速度測定手段を備えており、前記本体部の前記加速度測定手段からの出力と、前記推力伝達ゲートからの推力測定値と、を用いて前記効果器部に対する推力指令を得る様にしたことを特徴とするものである。

[0023] 又本発明は、上記の浮遊移動体の制御システムにおいて更に、（３）前記推力伝達ゲートが、前記本体部と前記効果器部の間に掛かる力又はトルクを計測できる力又はトルク測定手段を備えており、前記推力伝達ゲートの前記力又はトルク測定手段からの出力と、前記浮遊移動体の前記加速度測定手段からの出力と、さらに、外部より入力された目標位置速度軌道指令が変換された目標加速度軌道指令と、を用いて、前記効果器部に対する推力指令を得る様にしたことを特徴とするものである。

[0024] なお、後記各実施形態及び実施例で説明する、３次元空間を浮遊する浮遊移動体のほか、斜面上を滑走する浮遊移動体に対して本発明の制御システム及び加速度検知システムを適用する場合には、重力加速度の影響を補償する必要があることから、後記（７）に係る発明として規定される通り、本体部の傾きを計測できる傾斜角測定手段を備えることが必要とされる。

しかしながら、そもそも重力の働かない宇宙空間を浮遊する浮遊移動体や、傾きを

考慮しなくて良い、或いは無視しても構わない水平面上を滑走する浮遊移動体に対して本発明の制御システム或いは加速度検知システムを適用する際には、上記（１）若しくは（３）或いは次に説明する（２）若しくは（４）に係る発明として規定される通り、傾斜角測定手段は不要である。

このことは、仮想推力伝達ゲートシステムの考え方が適用される下記（５）若しくは（６）に係る発明の場合でも同様であり、３次元空間を浮遊する浮遊移動体等に対して仮想推力伝達ゲートシステムの考え方をを用いた本発明の制御システムを適用する際には、後記（７）に係る発明として規定される通り、浮遊移動体の傾きを計測できる傾斜角測定手段を備えることが必要とされる。

[0025] 同様に、上記課題を解決可能な本発明の浮遊移動体の制御システムは、（２）浮遊移動体の制御システムであって、前記浮遊移動体は、前記浮遊移動体の一部を占める、単一剛体とみなし得る本体部と、前記浮遊移動体に対して推力を発生する効果器部と、前記本体部と前記効果器部を力学的に結合する部分であり、前記効果器部から前記本体部に作用する推力を実測できるよう構成された推力伝達ゲートと、からなっており、前記本体部は、前記推力伝達ゲートのみにより力学的に結合され、かつ、前記本体部に作用する推力は実質上全て、前記推力伝達ゲートを介して入力される様構成されており、前記推力伝達ゲートからの推力測定値を用いて前記効果器部に対する推力指令を得る様にしたことを特徴とするものである。

なお、本体部が推力伝達ゲートのみに力学的に結合され、かつ、本体部に作用する力が実質上全て、効果器部及び推力伝達ゲートを介して入力される様構成された典型的な例としては、上記効果器部が、本体部を包囲する殻状体をなしていることが挙げられる。

しかしながら、その様な構成は極端な例であって、必ずしも本体部が殻状体をなす効果器部で密閉されていることは要件ではない。要するに、この（２）で規定される発明では、本体部に直接、水圧や強い風圧等の外乱その他の外力が加わらない様構成されていれば良く、例えば水上や地上を滑走する浮遊移動体の内部に収容された本体部に空気が触れる程度のことは十分無視し得るレベルのことであり、この（２）に係る発明の適用上、特に問題とされない。

したがって、この（２）で規定される発明は、図３に表された構成に限定されないこと

が理解される。

[0026] 又本発明は、上記（２）の浮遊移動体の制御システムにおいて更に、（４）前記推力伝達ゲートが、前記本体部と前記効果器部の間に掛かる力又はトルクを計測できる力又はトルク測定手段を備えており、前記推力伝達ゲートの前記力又はトルク測定手段からの出力と、さらに、外部より入力された目標位置速度軌道指令が変換された目標加速度軌道指令と、を用いて、前記効果器部に対する推力指令を得る様にしたことを特徴とするものである。

[0027] 更に本発明は、（５）浮遊移動体の制御システムであって、前記浮遊移動体は、前記浮遊移動体の加速度を計測できる加速度測定手段を備えており、前記浮遊移動体は、計算上、前記浮遊移動体の一部を占める、単一剛体とみなし得る仮想本体部と、前記浮遊移動体に対して推力を発生する仮想効果器部と、前記仮想本体部と前記仮想効果器部を仮想的に結合する部分であり、前記加速度測定手段からの出力を用いて前記仮想効果器部から前記仮想本体部に作用する推力を推定できるよう構成された仮想推力伝達ゲートと、からなっており、前記仮想推力伝達ゲートからの推力推定値を用いて前記仮想効果器部に対する推力指令を得る様にしたことを特徴とするものである。

又本発明は、上記（５）の浮遊移動体の制御システムにおいて更に、（６）前記仮想推力伝達ゲートは、前記仮想本体部と前記仮想効果器部の間に掛かる力又はトルクを推定できる力又はトルク推定手段を備えており、前記仮想推力伝達ゲートの前記力又はトルク推定手段からの出力と、さらに、外部より入力された目標位置速度軌道指令が変換された目標加速度軌道指令と、を用いて、前記仮想効果器部に対する推力指令を得る様にしたことを特徴とするものである。

又本発明は、上記（１）～（６）の浮遊移動体の制御システムにおいて更に、上述したとおり重力による影響を排除し得る様構成された制御システムであって、（７）前記本体部又は前記仮想本体部が、前記浮遊移動体の傾きを計測できる傾斜角測定手段を併せ備えており、

前記効果器部又は前記仮想効果器部に対する推力指令を、さらに前記傾斜角測定手段からの出力をも利用して得る様にしたことを特徴とするものである。

その他本発明は、上記（１）～（７）に係る推力伝達ゲートシステムと、従来知られた位置速度制御を併せ備えて更なる高性能化を図った浮遊移動体の制御システムであって、（８）前記浮遊移動体が、前記浮遊移動体の位置

又は速度を計測できる位置速度測定手段を併せ備えており、前記効果器部又は前記仮想効果器部に対する推力指令を、さらに前記位置速度測定手段からの出力、及び外部より入力された目標位置指令又は目標速度指令をも利用して得る様にすることを特徴とするものである。

[0028] なお、後記の通り、上記本発明の浮遊移動体の制御システムでは、浮遊移動体の制御は、目標軌道を実現するために本体部が推力伝達ゲートから受けるべき推力を計算して指令する「推力計画部」と、推力伝達ゲートにおける推力の現在値を効果器部にフィードバックして推力伝達ゲートにおいて指令推力を実現するように効果器部を直接駆動する「推力制御部」の二段階構成で行なわれる。

[0029] 本発明では、上記の機構設計と制御手法を「推力伝達ゲートシステム」と総称する。推力伝達ゲートシステムの実施態様としては主に、

i) 本体部を外部に露出させた状態即ち、本体部に直接、水圧や強い風圧等の外乱その他の外力が及ぼされ得る構成とし、さらに推力伝達ゲートを備えた態様〔後記第1実施形態、第1例参照〕、

i i) 推力伝達ゲートを備えると共に、さらに、本体部に直接、水圧や強い風圧等の外乱その他の外力が加わらない様、本体部が推力伝達ゲートのみに力学的に結合され、かつ、本体部に作用する力が実質上全て、効果器部及び推力伝達ゲートを介して入力される様構成（例えば、本体部を効果器部で覆って密閉した状態等）する態様〔後記第1実施形態、第2例参照〕、

i i i) 浮遊移動体のハードウェアは変更しないが、計算上、浮遊移動体を本体部と効果器部に分離した上、計算機内に予め本体部の慣性行列を準備しておき、これと浮遊移動体に設けた加速度センサの出力と、さらに、必要に応じて浮遊移動体に設けた傾斜角センサからの出力と、を用いて効果器部に対する推力指令を得る様にした態様〔仮想推力伝達ゲート、後記第1実施形態、第3例参照〕、の3種類がある。

[0030] i) と i i) では、浮遊移動体のハードウェア設計を推力伝達ゲートシステムのために変更する必要がある、推力伝達ゲートにおいて力・トルクセンサを必要とするが、実現される制御性能は高い。

一方、i i i) では、i) と i i) の方法と比較すると制御性能は低くなるが、浮遊移動体のハードウェア設計を変える必要がなく、加速度センサ、さらに、必要に応じて傾斜角センサ、を既存の浮遊移動体に付加するだけで推力伝達ゲートシステムを利用でき、制御性能を向上させることが可能である。

特に、航空機等に現在装備されている公知の慣性航法装置は、本発明で使用する加速度センサ、傾斜角センサ、本体部位置・速度センサとしても使用出来、これを利用すれば、ハードウェアに改変を加えなくても、既存の制御よりもより高速高精度化を実現することが可能となる。

[0031] その他本発明は、浮遊移動体の加速度を検知するためのシステムであって、前記浮遊移動体が、前記浮遊移動体の一部を占める、単一剛体とみなし得る本体部と、前記浮遊移動体に対して推力を発生する効果器部と、前記本体部と前記効果器部を力学的に結合する部分であり、前記効果器部から前記本体部に作用する推力を実測できるよう構成された推力伝達ゲートと、からなっており、前記推力伝達ゲートは、前記本体部と前記効果器部の間に掛かる力又はトルクを計測できる力又はトルク測定手段を備えており、さらに、前記本体部は、前記推力伝達ゲートのみに力学的

に結合され、かつ、前記本体部に作用する力は実質上全て、前記効果器部及び前記推力伝達ゲートを介して入力される様構成されており、前記推力伝達ゲートからの前記力又はトルク測定手段からの出力を用いて前記本体部の加速度の推定値を得る様にしたことを特徴とするものである。

又本発明は、上記の浮遊移動体の加速度検知システムにおいて更に、前記本体部が、前記本体部の傾きを計測できる傾斜角測定手段を備えており、前記本体部の加速度の推定値を、さらに前記本体部の前記傾斜角測定手段からの出力をも利用して得る様にしたことを特徴とするものである。

[0032] 本発明によれば、例えば波浪や潮流、風或いは浮遊移動体に取り付けられたロボットアームの反動等による外乱下にあっても、浮遊移動体を所定位置に精度良く静止させたり、或いは目標軌道に精度良く追従させたりすることが出来、浮遊移動体を高速かつ高精度に制御し得るシステム構成を提供することが可能となる。

[0033] 尚以下では、本発明の説明に用いる用語につき定義をおくものとする。

[0034] 「浮遊移動体」とは、水中、空中又は宇宙空間その他を浮遊する各種移動体を言う。また、平面上、或いはレール上を滑走する移動体も浮遊移動体の概念に包含されるものとする。

以下、環境別に具体例を挙げるとすれば、

(1) 宇宙： 宇宙ロボット、宇宙船、人工衛星等

(2) 空中： 空中ロボット、航空機、ヘリコプター、飛行船等

(3) 水中： 水中ロボット、潜水艇等

(4) 水上： 船舶、ホバークラフト等

(5) 地上： 自動車、鉄道、ホバークラフト、或いは橇、スノーモービルその他の氷上又は雪上を滑走する移動体等

が、本発明に言う「浮遊移動体」の概念に包含される。

自動車等の地上車両については、例えば車輪が滑っている状態では「浮遊移動体」となり得ることが理解される。従って本発明を適用することにより、自動車の場合は車輪が滑っていても滑っていなくても同様に車両制御を行うことが可能となる。

ただし、車輪が滑っている状態では、既存のエンジンとタイヤからなる推力伝達手

P 4 位置制御・速度制御

S 耐圧殻

T スラスタ

1 制御システム

2 加速度センサ

3 傾斜角センサ

4 位置・速度センサ

5 空洞

1 0 浮遊移動体

1 1 減算回路

1 2 スラスタ制御回路

1 3 センサ

1 4 効果器推力特性

1 5 浮遊移動体ダイナミクス

1 6 ロボットアームの反力・トルク

1 7 加算回路

1 8 スラスタ・ロボットアーム制御回路

1 9 関節アクチュエータ

2 0 浮遊移動体本体・ロボットアーム複合系ダイナミクス

2 1 減算回路

発明を実施するための形態

[0054] [第1実施形態]

以下では、本発明を実施する対象の代表例たる水中ロボットにおける、本発明の一実施形態とその作用を、図1～図7に基づき説明する。水中ロボットは、3次元空間を浮遊する浮遊移動体にほかならず、この水中ロボットに対して本発明の制御システムを適用する場合には、重力加速度の影響を補償する必要があることから、上記(7)に係る発明として規定される通り、本体部の傾きを計測できる傾斜角測定手段を備えることが必要とされる。このことは、仮想推力伝達ゲートシステムの考え方が適用される

上記（５）に係る発明の場合でも同様であり、３次元空間を浮遊する浮遊移動体等に対して仮想推力伝達ゲートシステムの考え方をを用いた本発明の制御システムを適用する際には、上記（７）に係る発明として規定される通り、浮遊移動体の傾きを計測できる傾斜角測定手段を備えることが必要とされる。

上記（７）に係る発明である、傾斜角測定手段を更に備えた上記（１）及び（３）、又は（２）及び（４）に係る発明は、それぞれこの第１実施形態の第１例又は第２例に、並びに後記実施例１又は実施例２に相当する。又上記（５）及び（６）に係る発明は、この第１実施形態の第３例及び後記実施例３に相当する。

尚適用対象が水中ロボットに限られないことは、上記定義欄及び後記実施例中の記載からも十分理解される。又水中ロボットと言えども、図中に表された深海探査等に用いる典型的な例に限られず、水難救助や油田探索等にも使用し得る比較的小型のものも、この水中ロボットの範疇に含まれる。

ここで、図１は本発明の制御システムが適用された浮遊移動体の一例を示す概略図、図２は本発明の制御システムの一構成例を示すブロック図である。また図３及び図５は本発明の制御システムが適用された浮遊移動体の別の例を示す概略図、図４及び図６は本発明の制御システムの別の構成例を示すブロック図である。図７は、本発明の制御システムの第２実施形態を示すブロック図である。

上記図１～７においては、先に示した図１１～１４と同一のものには同一符号を付して説明するものとする。

図２、４、６及び７中、各ブロック間を繋ぐ細実線は信号を表すものである。一方、浮遊移動体１０内における各ブロック間を繋ぐ二重線は、物理的な作用として浮遊移動体１０に起きている現象（力学的な変換作用等）を表すものである。

[0055] ところで、以下詳細を述べる本発明の説明に当たっては、慣性系の絶対位置に固定された基準座標系を Σ_R とし、浮遊移動体の重心位置に原点を持ち、浮遊移動体本体部に固定された本体座標系を Σ_B とする。又特に断らない限り、ベクトル及び行列は、本体座標系 Σ_B から見た表現であるとする。さらに、浮遊移動体は m 次元空間（ $m \leq 6$ ）に存在し、浮遊移動体の効果器は n 自由度（ $m \leq n$ ）の推力を発生可能とする。

$$\hat{u}_{Gv}(s) = G_s(s)u_{Gv}(s) \quad (29)$$

[0111] となり、式(28) によってゲート推力 $u_{Gv}(t)$ の推定が行なえている。式(29) に重力加速度 $g_{Bs}(t)$ は陽に表われてこないことから、センサ特性一致条件が満たされている限りゲート推力 $u_{Gv}(t)$ を直接測定していると見なしてよいことになる。

[0112] [第2実施形態]

次に、本発明の浮遊移動体の加速度検知システムの一実施形態に付き説明する。第1実施形態同様、本実施形態についても適用対象を水中ロボットとして以下説明する。尚水中ロボットは、3次元空間を浮遊する浮遊移動体にほかならず、この水中ロボットに対して本発明の加速度検知システムを適用する場合には第1実施形態同様、重力加速度の影響を補償する必要があることから、本体部の傾きを計測できる傾斜角測定手段を備えることが必要とされる。

本実施形態では、推力伝達ゲートを利用して本体部加速度の推定を行なっている。本実施形態に係る加速度検知システムの構成は図3及び図7のようになる。図3は浮遊移動体の概略図、図7は加速度検知システムのブロック図である。

[0113] これまでの第1実施形態の各例では、浮遊移動体10の制御システム1として推力伝達ゲートシステムを構築したのに対して、第2実施形態では浮遊移動体10の高精度な加速度センシングシステムとして推力伝達ゲートGを利用する。

[0114] 本実施形態のハードウェア構成は先の第1実施形態に係る第2例(図3)とまったく同じである。すなわち、浮遊移動体10は本体部Bと効果器部Eに力学的に分離されており、本体部Bには傾斜角センサ3が、推力伝達ゲートGには力・トルクセンサが備えられている。

ただし、本実施形態では本体部加速度 $a_B(t)$ を高精度に推定することを目的としており、制御を目的としないので、推力計画部と推力制御部は本実施例の中には含まれない。

また、本体部の慣性行列 M_B と浮遊移動体の幾何学的構造を表現する J_{GB} は、あら

られない。本発明の制御システムは、水中ロボットの他にも、上記定義欄で例示した通り、潜水艇、ヘリコプター、飛行船、航空機、宇宙船又は宇宙ロボット等の水中、空中又は宇宙空間その他における浮遊移動体に適用できる。その他、本発明の制御システムは、水上や地上を滑走するホバークラフトや、車輪が滑っている状態の自動車等、平面上を滑走する各種移動体にも適用可能である。

さらに、上記実施形態の各例及び上記各実施例では、3次元空間を浮遊する浮遊移動体に対して本発明の制御システム或いは加速度検知システムを適用した場合について説明を行った。しかしながら、そもそも重力の働かない宇宙空間を浮遊する浮遊移動体や、傾きを考慮しなくて良い、或いは無視しても構わない水平面上を滑走する浮遊移動体に対して本発明の制御システム或いは加速度検知システムを適用する際には、上記(1)～(6)に係る発明として規定される通り傾斜角測定手段は不要であり、このとき、推力計画部、推力制御部においても、浮遊移動体本体部(重心)にかかる重力加速度 $g_B = 0$ とすることで、より簡単な制御則とすることができる。

又上記各例では、推力制御部P3の制御則の一例として、効果器動特性の非線形性に対してロバストな既存の制御手法たるスライディングモード制御を用いたが、推力制御部P3の制御則はこれに限定されない。従って、例えば推力制御部P3の制御則として、推力伝達ゲートGにおける目標推力と推力伝達ゲートGにおける推力測定又は推定値の推力誤差に対するスラストT入力電圧のPID制御を適用することも可能である。

さらに、上記各例では、スラストTとして、駆動源たるモータに機械的に連結されたプロペラによる推力発生機器を用いたが、スラストTの構成はこれに限定されない。従って、スラストTはジェット噴射式のものであっても良いし、またその駆動源もモータに限らず内燃機関や蒸気タービン、原子力タービン等種々の型式のものを採用し得る。

[0136] 以上に詳述した通り、本発明は、例えば波浪や潮流、風或いは浮遊移動体に取り付けられたロボットアームの反動等による外乱下にあっても、浮遊移動体を所定位置に精度良く静止させたり、或いは目標軌道に精度良く追従させたりすることが出来、

請求の範囲

[1] (補正後) 浮遊移動体の制御システムであって、

前記浮遊移動体は、

前記浮遊移動体の一部を占める、単一剛体とみなし得る本体部と、

前記浮遊移動体に対して推力を発生する効果器部と、

前記本体部と前記効果器部を力学的に結合する部分であり、前記効果器部から前記本体部に作用する推力を実測できるよう構成された推力伝達ゲートと、

からなっており、さらに、

前記本体部は、前記浮遊移動体の加速度を計測できる加速度測定手段を備えており、

前記本体部の前記加速度測定手段からの出力と、

前記推力伝達ゲートからの推力測定値と、

を用いて前記効果器部に対する推力指令を得る様にしたことを特徴とする浮遊移動体の制御システム。

[2] (補正後) 浮遊移動体の制御システムであって、

前記浮遊移動体は、

前記浮遊移動体の一部を占める、単一剛体とみなし得る本体部と、

前記浮遊移動体に対して推力を発生する効果器部と、

前記本体部と前記効果器部を力学的に結合する部分であり、前記効果器部から前記本体部に作用する推力を実測できるよう構成された推力伝達ゲートと、

からなっており、

前記本体部は、前記推力伝達ゲートのみに力学的に結合され、かつ、前記本体部に作用する推力は実質上全て、前記推力伝達ゲートを介して入力される様構成されており、

前記推力伝達ゲートからの推力測定値を用いて前記効果器部に対する推力指令を得る様にしたことを特徴とする浮遊移動体の制御システム。

[3] (補正後) 前記推力伝達ゲートは、前記本体部と前記効果器部の間に掛かる力又はトルクを計測できる力又はトルク測定手段を備えており、 前記推力伝達

ゲートの前記力又はトルク測定手段からの出力と、

前記浮遊移動体の前記加速度測定手段からの出力と、さらに、

外部より入力された目標位置速度軌道指令が変換された目標加速度軌道指令と、を用いて、前記効果器部に対する推力指令を得る様にしたことを特徴とする請求項1に記載の浮遊移動体の制御システム。

- [4] (補正後) 前記推力伝達ゲートは、前記本体部と前記効果器部の間に掛かる力又はトルクを計測できる力又はトルク測定手段を備えており、

前記推力伝達ゲートの前記力又はトルク測定手段からの出力と、さらに、

外部より入力された目標位置速度軌道指令が変換された目標加速度軌道指令と、を用いて、前記効果器部に対する推力指令を得る様にしたことを特徴とする請求項2に記載の浮遊移動体の制御システム。

- [5] (補正後) 浮遊移動体の制御システムであって、

前記浮遊移動体は、前記浮遊移動体の加速度を計測できる加速度測定手段を備えており、

前記浮遊移動体は、計算上、

前記浮遊移動体の一部を占める、単一剛体とみなし得る仮想本体部と、

前記浮遊移動体に対して推力を発生する仮想効果器部と、

前記仮想本体部と前記仮想効果器部を仮想的に結合する部分であり、前記加速度測定手段からの出力を用いて前記仮想効果器部から前記仮想本体部に作用する推力を推定できるよう構成された仮想推力伝達ゲートと、

からなっており、

前記仮想推力伝達ゲートからの推力推定値を用いて前記仮想効果器部に対する推力指令を得る様にしたことを特徴とする浮遊移動体の制御システム。

- [6] (補正後) 前記仮想推力伝達ゲートは、前記仮想本体部と前記仮想効果器部の間に掛かる力又はトルクを推定できる力又はトルク推定手段を備えており、

前記仮想推力伝達ゲートの前記力又はトルク推定手段からの出力と、さらに、

、

外部より入力された目標位置速度軌道指令が変換された目標加速度軌道指令と、を用いて、前記仮想効果器部に対する推力指令を得る様にしたことを特徴

とする請求項5に記載の浮遊移動体の制御システム。

- [7] (補正後) 前記本体部又は前記仮想本体部が、前記浮遊移動体の傾きを計測できる傾斜角測定手段を併せ備えており、

前記効果器部又は前記仮想効果器部に対する推力指令を、さらに前記傾斜角測定手段からの出力をも利用して得る様にしたことを特徴とする請求項1～6のいずれか1項に記載の浮遊移動体の制御システム。

- [8] (補正後) 前記浮遊移動体が、前記浮遊移動体の位置又は速度を計測できる位置速度測定手段を併せ備えており、

前記効果器部又は前記仮想効果器部に対する推力指令を、さらに前記位置速度測定手段からの出力、及び外部より入力された目標位置指令又は目標速度指令をも利用して得る様にしたことを特徴とする請求項1～7のいずれか1項に記載の浮遊移動体の制御システム。

。